

# 게오힐 지중열원 시스템의 일반적 오해들

서운종  
(사) 지케이에너지 대표이사

일반원고

## 1. 개방형 지중열교환 시스템의 단점 및 보완 기술

지열이 타 신재생에너지에 비해 여러 가지 장점을 가지고 있음은 모두가 주지하는 바이나 지열 시스템은 이제 시대의 요청에 부응하여 기술의 단점을 보완하고 효율을 증대식 건축물의 대형화에 부합하는 진보된 기술을 선보여야 한다는 과제를 안고 있다.

이를 위해서는 천공부지의 절약과 높은 효율 때문에라도 밀폐형에서 소위 SCW로 대표되는 개방형으로의 전환은 필수적으로 보인다.

문제는 끝없이 제기되고 있는 개방형 시스템의 기술적 난점들에 있다. 그것은 다름아닌 수질오염과 지하수 수위저하에 따른 결함, 그리고 관정의 함몰에 대한 위험성 등이다.

### 1.1 개방형 지중열교환 시스템의 수질오염

먼저 수질오염의 근원을 생각하면 첫 번째는 지상의 우수나 건수가 관정을 통하여 지하수 층으로 유입될 경우의 지하수 오염 위험성을 가정해 볼 수 있다.

개방형 지중열교환 시스템이 개발되던 초기에 발생되었으리라 예상되는 이러한 문제는 비단 우리나라만의 문제는 아니었다. 스위스와 같은 세계 최고의 환경국가도 아주 오랜 논의가 있어 왔고 이에 대한 결과로 스위스 환경부는 우수나 건수가 관정안으로 유입되거나 유출되지 않는다는 것을 보증하지 못하는 개방형 지중열교환 시스템의 전면 금지를 법제화 하였다(스위스 연방 환경청

공문, 2007년. BAFU Schreiben vom 12, 그림 1 참조).

그러나 게오힐 시스템 공법이 지하수 관련 법규에 의거하여 암반층까지 케이싱 및 그랑팅 처리를 하고, 관정 입구 부분의 철저한 Sealing을 통해 외부로부터의 오염물질을 차단한 것임을 인지한 스위스 환경부는 게오힐 공법을 일반적인 개방형과 동일시 할 수 없다고 결론 내리고 개별적 환경평가를 실시한 후 공사를 허가하기에 이른다. 이 허가서의 내용은 “게오힐 시스템에서는 암석 초입부까지 철저히 케이싱을 하다는것...이것으로 관정으로 향하는 건수의 유출입은 완전히 차단된다. 스위스 환경부의 평가에 따르면 개방형이라 할 수 없다.”(그림 1 참조).

일반적으로 우리가 개방형이라고 부르기 때문에 오는 수질오염에 대한 오해를 해결한 게오힐 시스템은 2008년 100개의 객실을 가진 호텔 전체를 1.5km 한공으로 난방과 급탕을 해결한 공사에 대해서도 인허가를 받아 준공을 하게 되었다. 이 허가서에서도 게오힐 시스템은 개방형과 구별되며 오히려 반개방형 또는 밀폐형 시스템이라 불려야 한다고 기록하고 있다.

그러나 케이싱이나 그라우팅은 비단 게오힐만의 기술이 아니다. 일반적으로 SCW리라는 공법이 이러한 방법으로 설치되기 때문에 우수나 건수의 유입에 의한 지하수 오염은 기우에 불과 할 수 있다. 모든 지중열원 시스템은 지상과는 철저히 차단된 밀폐시스템이라 볼 수 있기에 국내에 초기에 시설되어진 개방형들과 동일시 할 수 없다는 결론에 이른다.

이 보다는 지하수가 열펌프로 유입되는 과정에서 지하수의 다양한 광물들이 열펌프 내부로 접촉하며 화학적 산화작용을 일으키고 이것이 다시 지하로 유입됨으로 일어날 수 있는 오염의 가능성을 들수 있다. 이와 더불어 지하 수온의 변화로 인한 수질오염 또한 거론된다. 이에대해 국내에서 이루어진 연구는 사실 많지 않으나 다음 몇가지 대표적인 논문들이 있어 제시한다.

- 산업자원부, 2006년, 스탠딩 컬럼웰을 적용한 지열히트펌프 실증연구
- 산업자원부, 2006년, 복수정을 이용한 지열 히트펌프 시스템 실증연구
- 한국 신재생에너지학회 논문, 2006년, 개방형 지열히트펌프 시스템의 성능평가
- 한국 신재생에너지학회 논문, 2006년, 개방형 지열히트펌프 운영에 따른 지하수 환경영향 평가
- 대한설비공학회 논문, 2006년, 개방형 지열 히트펌프 시스템의 운전 특성

특히 산업자원부(지식경제부)가 제안된 실증연구에서는 전문기관에 의뢰하여 다년간 지하수의 오염도를 측정한 결과 화학작용이나 온도변화에 따른 수질오염이라 할 수 있는 아무런 이상을 발견하지 못했다는 결과 보고를 내놓고 있다.

### 1.2 개방형 지중열교환 시스템의 수위저하

수위저하로 인한 지열시스템 운전 결함 위험에 대한 일반적인 견해는 한국지질자원연구원의 의견에 주목할 필요가 있다. ‘일부 SCW 공법이 적용된 현장에서의 수위저하의 문제에 있어서는 현장의 시공상황에 대한 정확한 접근이 필요하다. 주변의 강수위나 해수위의 전문적 분석에 근거한 정확한 설계로 심정펌프의 위치를 결정하게 되면 수위저하에 의한 문제는 사전에 방지할 수 있다.’

즉, 수위전하가 국내 한두 현장에서 일어 났다고 하더라도 그 원인이 지열시스템이 근본적으로 가지고 있는 문제라기 보다는 전문가적 측정과 설치의 기술적 결함에서 오는 설치자의 기술적 역

량 부족에 그 원인을 찾을 수 있다는 것이다.

또한 자연적 수위 저하나 주변에서 급작스펜 지하수 사용에 의한 수위저하 문제도 지하수 이용법에 따른 인허가가 합법적으로 이루어졌다면 문제 될 일이 없다는 것이 전문가들의 견해이다.

수위저하 문제 대해 보다 근본적으로 접근하기 위해서는 ‘지구의 암반은 그것이 어떠한 종류이던 간에 일정 깊이로 들어가면 체적의 0.3% 정도의 수분을 함유하고 있다는 지질학적 상식을 살펴 볼 필요가 있다. 게오힐 시스템의 열교환 방식은 SCW과 유사하다. 지하수를 소비하는 것이 아니라 열교환을 위하여 지하수를 순환시키고 목적이 다 한 후에 다시 지하로 보내진다. 즉, 지하수가 지속적으로 공급되어지는 것이 아니라 이러한 순환을 위한 공간의 체적을 채울 만큼의 지하수가 필요할 뿐이다.

이러한 상식적 논의를 제외하고라도 위에서 제시한 논문중 ‘개방형 지열 히트펌프 시스템의 운전 특성’에 보면 SCW 공법에서조차도 시스템의 운전이 수위에 결정적 영향을 주지 못한다는 연구 결과가 있다.

### 1.3 개방형 지중열교환 시스템의 함몰 가능성

우리나라 지질의 대부분이 단단한 화강암 층을 이루고 있다 할지라도 관정 함몰의 위험 가능성은 가장 심각한 SCW의 단점일 수 있다. 이에 반해 게오힐 시스템은 천공과 내부 파이프 삽입공사 후 2 ~ 12mm 정도 크기의 천연석 충전재를 사용해 관저음이 모든 빈곳을 채우기 때문에 함몰에 관한 어떤 위험에서도 자유롭다. 이 충전재는 유속의 흐름을 조절하여 열교환 시간을 늘려주고 지하수의 열교환 면적을 배가시켜 암벽과의 마찰에 대한 대류를 형성하며, 지하수의 정화작용도와 효율과 시스템 수명을 극대화 시키는 부가적인 장점마저 가지고 있다.

## 2. 결론

국내 신재생에너지 관련 법률 속에 지열원의 종류가 두세가지로만 한정하고 있어 다양한 지열 공법들의 보급과 확산이 지연되고 있음이 안타깝고 지열시스템의 국내 초기 도입시에 발생한 문제들로 인하여 재생에너지로서의 지열시스템 전체에 영향이 있으면 안되겠다. 또한 신재생에너지 선진국들에서의 신뢰성과 효율성을 인증 받은 많은 기술과 공법들도 국내에서는 여러 가지 행정적, 인지도,...등의 문제로 인하여 보급 확산에 늦어지고 있다. 지열에는 다양한 공법이 있으며 이를 인정하고 철저한 시공 관리 감독이 이루어진다면 지금까지 야기된 문제점들을 일소 할 것으로 보이며 재생에너지의 범위를 확대시킬 필요가

있다. 유럽은 2008년 12월부터 히트펌프가 공기, 지열, 물,...등의 열원을 사용하면 모두 재생에너지 범주로 둔다고 발표하고 있다.

위에서 논증하였듯이 지금까지 개방형으로만 인식되면서 받았던 기술적 취약점들 수질오염, 수위저하, 함몰현상에 따른 위험성은 전혀 과학적 근거가 없는 오해였음을 소고를 통하여 주장하고 밝히는 바이다.

지중열원 히트펌프 냉난방 시스템의 기술적 난점들을 극복하고 한 단계 업그레이드 된 지열 세계를 선보인 게오힐 시스템은 한구 지열산업의 활성화와 저탄소 녹색성장이라는 정부 정책에 기여하는 크나 큰 밑거름이 될 것이라 확신한다.

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confedaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (MUS)  
Bundesamt für Umwelt BÄU  
Abteilung Wasser

Referenznummer: 0063-0373

An der Sitzung vom 16. Januar 2007 im BÄU, an der Sie anwesend waren, haben uns die Vertreter der Firma Geohil erklärt, dass es sich bei Ihrem System um ein Mantelrohr handelt, das fest in den Fels einbetoniert wird. Damit sollten Zu- und Wegflüsse in bzw. aus dem Bohrloch eigentlich ausgeschlossen sein – ausser der Fels weist eine starke Kluftung oder Verkarstung auf. Ein solches System, das fachgerecht in einen intakten Fels einbetoniert wird, ist nach unserer Auffassung kein offenes System. Allerdings muss neben auch sichergestellt werden, dass Artikel 43 Absatz 3 des Bundesgesetzes vom 24.01.1951 über den Schutz der Gewässer (GSchG; SR 814.20) erfüllt ist, welcher fordert, dass Grundwasserentnahmen nicht dauernd miteinander verbunden werden, wenn dadurch Menge oder Qualität des Grundwassers beeinträchtigt werden können.

CH-9000 Sion, 3511, CH

Nationalrat  
Georges Thérier  
Obere Bergstrasse 3  
8006 Luzern

**AUSGANG**

12. FEB. 2007

Referenznummer: 0063-0373  
Ihrer Zeichen Nr.  
Société/Abteilung: Mey  
Bern, 5. Februar 2007

System Geohil 2002-02458/03714

Sehr geehrter Herr Nationalrat Theiler:

Ich nehme Bezug auf Ihren Telefonat vom 7.02.2007 in dem Sie uns auch die Kopie eines Briefes des Baudepartements St. Gallen vom 16.01.2007 an die Firma Geohil übermittelt haben.

Zum Brief des Baudepartements St. Gallen nehmen wir wie folgt Stellung:

Der Entwurf des erwähnten Vollzugshefte (Nutzernutzung aus Boden und Untergrund, Skizze 06.01.07) bezieht sich zu tiefen Geothermiewärmesystemen und Koaxialbrunnen wie folgt:

Nicht Gegenstand der vorliegenden Vollzugshefte sind die tiefen Geothermiewärmesystemen sowie die sogenannten Koaxialbrunnen. Es handelt sich hier um Einzelfälle, über deren Zulässigkeit und zusätzlich stehende Auflagen und Bedingungen nach eingehender individueller Prüfung zu entscheiden ist.

**Koaxialbrunnen:** Das Gefährdungspotential von Koaxialbrunnen (Hohlbohr Systemen) ist in Bezug auf das Grundwasser extrem hoch. Zum Gefährdungsbild der direkten Grundwasserentnahme kommt wegen der fehlenden Abdichtung entlang der Richtung der Schaffung von neuen vertikalen Wegen hinzu, dessen Verlauf nicht kontrollierbar ist. Koaxialbrunnen, die nicht gewährleisten, dass keine Zu- und Wegflüsse in das Bohrloch entstehen können, sind an der Schweiz grundsätzlich nicht zulässig.

Allerdings hatten die Kantone bisher keine Gelegenheit, sich zu diesem Entwurf zu äussern. Änderungen auf Grund der Konsultation sind daher nicht auszuschliessen. Eine erste Konsultation wird voraussichtlich im März stattfinden.

Gemäss Artikel 45 GSchG vollziehen grundsätzlich die Kantone das Gewässerschutzgesetz. Nach Artikel 19 Absatz 2 in Verbindung mit Artikel 32 Absatz 2 Buchstabe f der Gewässerschutzverordnung vom 28.10.1998 (GSchV, SR 814.201) ist in den besonders gefährdeten Bereichen für Bohrungen eine kantonale Bewilligung erforderlich. Die Gesuchsteller müssen nachweisen, dass die Anforderungen zum Schutze der Gewässer erfüllt sind und die dafür notwendigen Unterlagen, gegebenenfalls hydrogeologische Abklärungen, beibringen (Artikel 32 Absatz 3 GSchV). Dabei sind insbesondere die von Artikel 31 und Anhang 4 Ziffer 2 GSchV geforderten Massnahmen zum Schutz der Gewässer in den besonders gefährdeten Bereichen zu ergreifen. Die Behörde erteilt eine Bewilligung, wenn mit Auflagen und Bedingungen ein ausreichender Schutz der Gewässer gewährleistet werden kann und liegt dabei auch die Anforderungen an die Stilllegung der Anlage fest (Artikel 32 Absatz 4 GSchV).

Für eine geplante Anlage ist es also an der kantonalen Behörde zu entscheiden, ob nach Auflagen und Bedingungen der Schutz der Gewässer gewährleistet werden kann. Falls sie zum Schluss kommt, dass der Schutz nicht gewährleistet ist, muss sie das Projekt ablehnen.

Ich hoffe Ihnen mit diesen Angaben gedient zu haben. Für weitere Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Freundliche Grüsse

Bundesamt für Umwelt BÄU

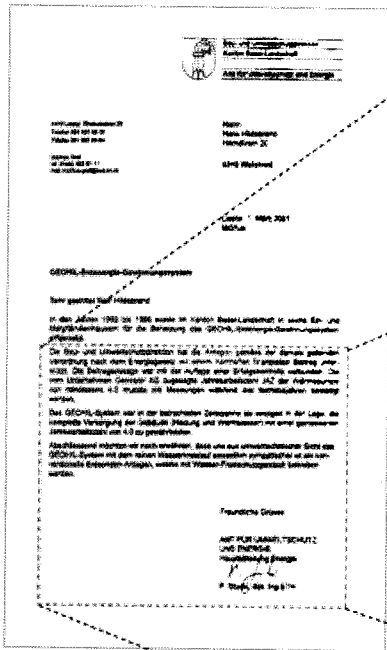
*i.v. H. Mey*

Daniel Hartmann  
Chef Sektion Grundwasserschutz

Danke Hartmann  
BÄU, Abteilung Wasser, 3030 Bern  
Tel. +41 31 322 93 99, Fax +41 31 322 92 71  
daniel.hartmann@bafu.admin.ch  
http://www.bafu.admin.ch

Kopie an:  
- Amt für Umweltschutz St. Gallen  
Intern: MUS, Abteilung Recht (178)

[그림 1] 스위스 연방 환경청 공문



인 den Jahren 1992 bis 1996 wurde im Kanton Basel-Landschaft in sechs Ein- und Mehrfamilienhäusern für die Beheizung das GEOHIL-Erdenergie-Gewinnungssystem eingesetzt.

Die Bau- und Umweltschutzdirektion hat die Anlagen gemäss der damals geltenden Verordnung nach dem Energiegesetz mit einem namhaften finanziellen Beitrag unterstützt. Die Beitragszusage war mit der Auflage einer Erfolgskontrolle verbunden. Die vom Unternehmen Geocalor AG zugesagte Jahresarbeitszahl JAZ der Wärmepumpe von mindestens 4.0 musste mit Messungen während drei Betriebsjahren bestätigt werden.

Das GEOHIL-System war in der betrachteten Zeitspanne als einziges in der Lage, die komplette Versorgung der Gebäude (Heizung und Warmwasser) mit einer gemessenen Jahresarbeitszahl von 4.0 zu gewährleisten.

Abschliessend möchten wir noch erwähnen, dass uns aus umwelttechnischer Sicht das GEOHIL-System mit dem reinen Wasserkreislauf wesentlich sympathischer ist als konventionelle Erdsonden-Anlagen, welche mit Wasser-Frostschutzgemisch betrieben werden.

1992년~1996년 스위스 바젤시에 위치한 단독, 다세대 주택 6개 건물에 냉, 난방을 위해 GeoHil의 지열에너지 시스템이 적용되었습니다.

GeoHil시스템은 이 기간동안 SEER 4.0 이상을 일관되게 유지하며 건물의 냉, 난방과 온수를 복합적으로 제공한 유일한 기술입니다.

물의 순환만을 이용하는 GeoHil 시스템은 환경기술적 측면에서 전통적으로 물과 부동액등을 동시에 사용하는 밀폐형, 파이프형에 비하여 본질적으로 환경친화적입니다.

스위스 바젤시  
환경보호-에너지청  
건축-환경보호과

[그림 2] 스위스 연방 환경청 공문(효율, 친환경성 인증서)